

Geotechnisches Büro

Norbert Müller, Wolfram Müller und Partner • BERATENDE GEOLOGEN UND INGENIEURE

Baugrunderkundung · Erd- und Grundbau · Ingenieur- und Hydrogeologie · Altlasten · Bodenschutz · Gebäudeückbau

Geotechn. Büro N. u. W. Müller und Partner – Bockumer Platz 5a – 47800 Krefeld

Chefs Culinar

über
Ingenieurbüro Coenen GmbH
Herrn Ralf Molderings
Hassumer Straße 77
47574 Goch

vorab per Mail: R.Molderings@ibcoenen.de

| | | | |
|----------------------|--|--|--|
| Eingegangen | | | |
| 14. Mai 2019 | | | |
| Ingenieurbüro Coenen | | | |
| <i>R.M.</i> | | | |

Norbert Müller¹

Dipl.-Ing., Dipl.-Geol.

Dr. Wolfram Müller²

Dipl.-Geologe

Rüdiger Kroll¹

Dipl.-Geologe

Jürgen Latotzke¹

Dipl.-Ingenieur

¹ Partner

² Freier Mitarbeiter

Bockumer Platz 5a
47800 Krefeld

Tel.: 0 21 51 / 58 39 - 0

Fax: 0 21 51 / 58 39-39

www.geotechnik-dr-mueller.de

buer@geotechnik-dr-mueller.de

10.05.2019 RK/AD

Gutachten Nr. RK-Lz 082/19

BGA + CGA

Übersichtsuntersuchung

für die Gründung und Bodenchemie

Weeze, Willy-Brandt-Ring

1. Vorgang und ausgeführte Untersuchungen

Vorgesehen ist der Erwerb des Flurstücks 147 in Weeze, Willi-Brandt-Ring zur Erweiterung des Betriebsgeländes des Unternehmens Chefs Culinar.

Unser Büro wurde auf Grundlage unseres Angebotes vom 14.02.2019 mit der Untersuchung der Baugrundverhältnisse für die Gründung und Beurteilung der Bodenchemie für die Ausarbeitung eines Übersichtsgutachtens beauftragt (Mail vom 25.02.2019).

Zur Feststellung des Schichtenaufbaus wurden am 22., 25. und 26.03.2019 insgesamt 56 Rammkernbohrungen (RKB 1 bis RKB 56) \varnothing 35/25 mm bis in eine Tiefe von jeweils 2,00 m unter Geländeoberkante niedergebracht.

Zur Bewertung der bodenchemischen Qualität des Bodens wurde das Untersuchungsgebiet in sechs etwa gleichgroße Abschnitte von jeweils etwa 10.000 m² Größe unterteilt (vgl. Anlage 1 MP 1-MP 6). In jedem dieser Abschnitte wurden zwei Mischproben entnommen. Die erste Mischprobe repräsentiert den humosen Oberboden, die zweite die sandig-schluffigen Deckschichten.

Für die Bildung der Mischproben wurde das Probenmaterial sämtlicher innerhalb eines Abschnittes gelegenen Rammkernbohrungen verwendet. So wurde z.B. die Mischprobe MP 1 im westlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes aus den Rammkernbohrungen RKB 1 bis RKB 14 und RKB 19 bis RKB 22 zusammengestellt. In den Prüfberichten repräsentiert das Kürzel MP 1.1 den Oberboden aus dem Untersuchungsbereich MP 1 und das Kürzel MP 1.2 die unterlagernden sandig-schluffigen Deckschichten.

Da bei den Rammkernbohrungen RKB 52 bis RKB 56 im südöstlichen Grundstücksabschnitt Auffüllungen angetroffen wurden, wurden aus diesen Bohrungen eine zusätzliche Mischprobe des Auffüllungsmaterials (MP 7) bodenchemisch untersucht.

Die Lage der o.g. Bohrungen und die jeweils zu Mischproben zusammengefaßten Flächenabschnitte sind im Lageplan (Anlage 1) eingetragen. Die im einzelnen erbohrten Schichten sind im beigefügten Schichtenverzeichnis angegeben und in schematischen Säulenprofilen (Anlage 2) zeichnerisch dargestellt. Die bodenchemischen Untersuchungen wurden durch die EUROFINS Umwelt West GmbH, Wesseling ausgeführt. Deren Prüfbericht mit der Prüfberichtsnummer AR-19-JA-001802-01 vom 05.04.2019 ist in der Anlage beigefügt. Der Oberboden wurde auf die Vorsorgewerte Böden gemäß Bundes-

Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) untersucht. Für die unterlagernden sandig-schluffigen Deckschichten wurden Komplettanalysen entsprechend dem Parameterkatalog der TR LAGA-Boden 2004 ausgeführt.

2. Boden- und Wasserverhältnisse

2.1 Ergebnis der Rammkernbohrungen

Die Schichtenfolge läßt sich nach der Bohrkernansprache durch den Gutachter vor Ort in folgende Einheiten untergliedern:

Humoser Oberboden

Die Schichtenfolge beginnt bei allen Bohrungen, außer der RKB 56 mit einem zwischen etwa 0,30 m und 0,60 m mächtigen Mutterboden (Ackerboden). Im Mittel ist diese Schicht etwa 0,45 m mächtig. Im nordwestlichen Randbereich des Untersuchungsgebiets ist der Mutterboden am schwächsten ausgeprägt und beträgt hier oftmals deutlich unter 0,40 m. Bei RKB 6 und RKB 8 erreicht die Schicht mit 0,6 m ihre größte Mächtigkeit. Trotz geringer Schwankungen ist die Dicke dieser Bodenschicht recht konstant. Der sonst homogenen Mutterboden besitzt bei RKB 52 und 51 geringe Beimengungen an Ziegelbruchstücken. Bei RKB 54 konnten außerdem Schotterbeimengungen festgestellt werden. Im Bereich der Rammkernbohrungen RKB 51 und RKB 52 besitzt der ansonsten homogene Oberboden geringe mineralische Fremdbeimengungen (Ziegelbruch) und muß damit als aufgefüllt / umgelagert eingestuft werden. Bei RKB 54 konnten außerdem Schotterbeimengungen festgestellt werden.

Schluff, sandig bzw. Sand schluffig

Unterhalb des Oberbodens wurden generell bindige Deckschichten angetroffen. Die Mächtigkeit der bindigen Deckschichten variiert zwischen 0,15 m und 0,80 m. Im Mittel kann die Mächtigkeit der bindigen Deckschichten zu ca. 0,50 m angegeben werden. Es handelt sich hierbei um einen schwach sandigen bis sandigen Schluff, der im oberen Abschnitt noch schwach humos ausgeprägt ist. In Teilbereichen des Grundstücks wurde auch toniger Schluff festgestellt.

Nach der Bohrkernansprache durch den Gutachter vor Ort besaß der bindige Boden zum Zeitpunkt der Baugrunderkundung eine vorwiegend weich bis steife Zustandsform. Zur Tiefe hin nimmt der Sandanteil zu, der Übergang zum unterlagernden, teils stark schluffigen Sand ist fließend.

Sand, z.T. stark schluffig

Die bindigen Deckschichten werden von schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Mittelsanden unterlagert. Der Schluffanteil geht mit der Tiefe zurück. Im untersten Abschnitt sind die Sande als schwach grobsandige Fein- bis Mittelsande mit geringen Kiesanteilen anzusprechen.

Im zentralen Abschnitt des Untersuchungsgebietes um die Rammkernbohrungen RKB 22 bis RKB 24 wurde diese sandig-schluffige Übergangsschicht bereits in einer Tiefe ab ca. 0,95 m unter Gelände festgestellt. Ansonsten liegt die Schichtobergrenze um 1,20 m Tiefe. Die größte Tiefenlage wurde im südöstlichen Grundstücksabschnitt bei RKB 55 und RKB 56 festgestellt, hier liegt die Untergrenze der bindigen Deckschichten erst bei 1,60 m unter Gelände.

Eine weitere Ausnahme bildet der Bereich der Rammkernbohrungen RKB 51 bis RKB 53, hier wurden bis zur Bohrendtiefe von 2,00 m unter Gelände die schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Mittelsande unterhalb der bindigen Deckschichten nicht festgestellt. Hier wurden unmittelbar die unten beschriebenen Kiese erreicht.

Kiesige Sande und sandiger Kies

Im Liegenden der teils schwach schluffigen bis schluffigen Fein- bis Mittelsande wurden schwach kiesige bis kiesige Mittel- bis Grobsande erbohrt, die teils stark kiesig ausgebildet sind, teils sogar als sandiger Kies angesprochen werden müssen.

Eine Aufragung der kiesigen Sande wurde im östlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes um RKB 27 und RKB 28 festgestellt. Hier liegt die Schichtobergrenze nur bei 1,50 m unter Gelände.

Interglaziale Einschaltungen, toniger Schluff

An den Rammkernbohrungen RKB 51 bis RKB 54 im südöstlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes konnte in Tiefenlagen zwischen 1,30 m und 2,00 m ein grün-olivgrün, stark toniger Schluff mit Feinsandlagen erbohrt werden. Hierbei kann es sich um eine interglaziale Einlagerung handeln, deren Tiefe durch tiefergeführte Bohrungen zu erkunden ist. Ablagerungen, die von Feinsandlagen durchsetzt sind.

2.2 Organoleptische Auffälligkeiten

Im südöstlichen Grundstücksabschnitt des Untersuchungsgebietes konnten unterhalb des hier als aufgefüllt einzustufenden Oberbodens z.T. Auffüllungen in größerer Mächtigkeit festgestellt werden. Mit Ausnahme der Rammkernbohrung RKB 54 wurden Auffüllungen an den Rammkernbohrungen RKB 49 bis RKB 56 erbohrt. Hierbei handelt es sich um Gemische von Sand und Schluff mit Beimengungen von Ziegelbruch und Mörtelresten. Die Mächtigkeit der Auffüllungen variiert. Bei RKB 49 liegt die Auffüllungsunterkante bei 0,80 m unter Gelände, bei RKB 51 reichen die Auffüllungen bis in eine Tiefe von 1,50 m.

Abgesehen von den o.g. mineralischen Fremd Beimengungen konnten an den Auffüllungen keine weiteren organoleptischen Auffälligkeiten, wie Verfärbungen, auffällige Gerüche oder gar Schadstoffphasen festgestellt werden.

2.3 Grundwasserverhältnisse

Der Grundwasserspiegel wurde bis zur Bohrendtiefe von maximal 2,0 m unter Gelände nicht erreicht, auch Staunässe wurde bis in diese Tiefe nicht festgestellt.

Nach der Grundwassergleichenkarte von April 1988 – einem Zeitraum mit allgemein hohen Grundwasserständen – wurde im Bereich des Bauvorhabens ein Grundwasserspiegel von ca. 18,00 mNN erreicht. Bei einer Geländehöhe um ca. 19,00 mNN entspricht dies einem Flurabstand von um 1,00 m.

Die nächstgelegene Grundwassermeßstelle liegt etwa 200 m west-südwestlich des Untersuchungsgebietes. Hier wurde im Meßzeitraum von 1984 bis 2001 im Januar 1986 ein höchster Grundwasserstand von 18,28 mNHN festgestellt. Die Messungen erfolgten in einem halbjährlichen Turnus.

Nach den in unserem Büro vorhandenen Kartenunterlagen befand sich wenige 100 m süd-südöstlich des Bauvorhabens im Zeitraum von 1950 bis 1995 eine Meßstelle an der hier verlaufenden Kleinen Ley. Hier wurde im August 1985 ein höchster Grundwasserstand von 18,59 mNN gemessen. Dieser ist allerdings durch den Bachlauf beeinflusst.

Aufgrund der geringen Flurabstände und dem halbjährlichen Meßturnus der o.g. Meßstelle ist für die weitere Planungen sicherheitshalber davon auszugehen, daß der Grundwasserhöchststand nur wenige Dezimeter unterhalb der aktuellen Geländeoberkante liegt. Dort, wo die bindigen Deckschichten vollständig intakt sind, handelt es sich in diesem Fall um einen gespannten Grundwasserspiegel. Oberhalb des Grundwasserspiegels befindet sich eine mehrere Dezimeter starke nasse Kapillarwasserzone.

Desweiteren ist davon auszugehen, daß sich nach länger anhaltenden nassen Witterungsperioden oberhalb der bindigen Deckschichten ein temporärer Staunässehorizont ausbildet.

3. Bodenklassen nach DIN 18300 (Ausgabe 09/2012)

| | |
|---|--|
| Oberboden | - Bodenklasse 1 |
| Schluff, sandig, teils tonig, weich bis steif und steif | - Bodenklasse 4 |
| Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig bis schluffig | - Bodenklasse 3-4, je nach Schluffgehalt |
| Kiesige Sande und sandiger Kies | - Bodenklasse 3-5 |
| Sandiger, teils toniger Schluff mit Feinsandlagen (tertiär) | - Bodenklasse 4-5 |

Entsorgung und Wiederverwertung der Auffüllungen

Die bei den Erdarbeiten anfallenden Böden müssen einer ordnungsgemäßen Wiederverwertung bzw. Entsorgung zugeführt werden. Die Entsorgung kann auf Grundlage der für dieses Gutachten ausgeführten bodenchemischen Analysen gemäß TR LAGA erfolgen. Hier ist jedoch einschränkend darauf hinzuweisen, daß Analysen, die deutlich älter als drei bis sechs Monate sind, von den Annahmestellen nicht mehr akzeptiert werden.

4. Bodenmechanische Kennwerte und Erdbebenzonen

Nach der Bohrkernansprache können den gewachsenen, humusfreien Bodenarten folgende bodenmechanische Kennwerte zugeordnet werden (Erfahrungswerte):

| Bodenarten | Reibungswinkel φ' [°] | Kohäsion c' [kN/m ²] | Steifemodul E_s [MN/m ²] | Wichte γ [kN/m ³] | Wichte γ' [kN/m ³] |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|---|---|--|
| Schluff, schwach sandig bis sandig, teils tonig, weich bis steif teils steif, teils weich | 25-27,5 | 5-10 | 5-12 | 19 | 9 |
| Fein- bis Mittelsand, schwach schluffig bis schluffig, zur Tiefe gröber und schlufffrei, mitteldicht | 32,5-35 | 0-2 | 30-40 | 19 | 10-11 |
| Kiesiger Sand und sandiger Kies | 35-37,5 | 0 | 70-90 | 19-20 | 11-12 |
| Schluff, tonig mit Sandlagen, halbfest (tertiär) | 27,5-30 | 10-15 | 30-40 | 19-20 | 9-10 |

Die unterhalb des Oberbodens bzw. unterhalb der Auffüllungen anstehenden bindigen Deckschichten sowie die im oberen Abschnitt schluffig ausgebildete Übergangsschicht aus Fein- bis Mittelsanden besitzen eine normale, die zur Tiefe folgenden schlufffreien Sande und kiesigen Sande eine gute Scherfestigkeit und Tragfähigkeit. Die im Untergrund anstehenden tertiärzeitlichen Schichten sind gut konsolidiert und besitzen ebenfalls eine gute Scherfestigkeit und Tragfähigkeit.

Sämtliche bindigen Bodenarten sind jedoch sehr störungs- und nässeempfindlich, d.h. diese weichen leicht auf, wenn sie bei der Ausschachtung naß sind bzw. durch den Baustellenbetrieb stärker mechanisch beansprucht werden. Darüber hinaus sind die bindigen Bodenarten stark frostempfindlich (Frostempfindlichkeitsklasse F 3 nach ZTV E-StB 09). Die schluffigen Fein- bis Mittelsande müssen zumindest in die Frostempfindlichkeitsklasse F 2 eingestuft werden.

Erdbebenzone / Untergrundklasse / Baugrundklasse

Das Gebiet des Bauvorhabens wird nach der Karte der Erdbebenzonen und geologischen Untergrundklassen für NRW der Erdbebenzone 0 und der Untergrundklasse S nach DIN 4149: 2005-04 zugeordnet. Der Bauwerksstandort kann in die Baugrundklasse C gemäß DIN 4149 eingestuft werden.

5. Ergebnis der bodenchemischen Untersuchungen

5.1 Bewertung des Oberbodens gemäß BBodSchV

Um zu überprüfen, ob es im Oberboden durch die langjährige landwirtschaftliche Nutzung des Grundstücks zu Schadstoffanreicherungen (z.B. durch Düngung mit Klärschlamm) gekommen ist, wurden – wie oben beschrieben – insgesamt sieben Mischproben (MP 1.1-MP 7) im Bodenfeinkorn gemäß Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV), Anhang 2, Tabelle 4.1 und 4.2 (Vorsorgewerte Böden) untersucht. Die Analyseergebnisse sind in der folgenden Tabelle den Vorsorgewerten der BBodSchV gegenübergestellt. Für Metalle wurden hierbei die Vorsorgewerte für die Bodenart Lehm/Schluff zugrundegelegt.

Tabelle 1: Abgleich der Oberbodenanalysen mit den Vorsorgewerten BBodSchV

| Parameter | MP 1.1 | MP 2.1 | MP 3.1 | MP 4.1 | MP 5.1 | MP 6.1 | MP 7 | Vorsorgewert | Einheit |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------------|---------|
| Cadmium | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 1 | mg/kg |
| Blei | 20 | 21 | 20 | 33 | 22 | 23 | 20 | 7 | mg/kg |
| Chrom | 23 | 24 | 22 | 27 | 24 | 23 | 20 | 60 | mg/kg |
| Kupfer | 12 | 13 | 11 | 14 | 14 | 13 | 14 | 40 | mg/kg |
| Quecksilber | n.n. | n.n. | n.n. | n.n. | n.n. | 0,08 | n.n. | 0,5 | mg/kg |
| Nickel | 12 | 12 | 11 | 14 | 13 | 14 | 14 | 50 | mg/kg |
| Zink | 51 | 55 | 49 | 60 | 56 | 59 | 76 | 150 | mg/kg |
| PCB | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,05* | mg/kg |
| BaP | n.n. | n.n. | n.n. | n.n. | n.b. | n.n. | n.n. | 0,3* | mg/kg |
| PAK | n.n. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 0,21 | 3* | mg/kg |

*für Humusgehalte ≤ 8 Ma.-% n.n. nicht nachweisbar n.b. nicht bestimmbar

5.2 Analyse der bindigen Deckschichten gemäß TR LAGA-Boden 2004

Um zu prüfen, ob es eventuell zu Schadstoffverlagerungen in den tieferen Untergrund gekommen ist, wurde jeweils aus den Teilabschnitten des Untersuchungsgebietes eine Mischprobe des gewachsenen bindigen Bodens und teilweise der unterlagernden schluffigen Fein- bis Mittelsande entsprechend den Technischen Regeln LAGA „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen“, Parameterkatalog Boden 2004 untersucht.

In den folgenden Tabellen 2.1 bis 2.3 sind die Untersuchungsergebnisse den Zuordnungswerten Z 0 bis Z 2 der TR LAGA-Boden 2004 im Feststoff und Eluat gegenübergestellt. In Tabelle 2.1 sind die Ergebnisse der Mischproben MP 1.2 bis MP 3.2 aus dem nördlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes enthalten. Tabelle 2.2 stellt die Ergebnisse aus dem mittleren und südlichen Abschnitt des Untersuchungsgebietes (MP 4.2 bis MP 6.2) dar. Abschließend ist in Tabelle 2.3 das Analyseergebnis der Mischprobe MP 7 zusammengefasst. Diese Analyse repräsentiert die Auffüllungen mit mineralischen Fremd Beimengungen, die im südlichen bzw. südöstlichen Grundstücksabschnitt festgestellt werden konnten.

Tabelle 2.1: Analyseergebnisse der Proben MP 1.2 bis MP 3.2 (nördlicher Teilbereich)

| Parameter | MP 1.2 | MP 2.2 | MP 3.2 | LAGA-Boden 2004 | | | | | Einheit |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------|---------|---------|-------|--------|---------|
| | | | | Z 0 | Z 0* | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| Feststoff-Analyse | | | | | | | | | |
| Cyanid ges. | n.n. | n.n. | n.n. | - | - | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| Arsen | 7 | 8,7 | 7,2 | 15 | 15 | 45 | 45 | 150 | mg/kg |
| Blei | 13 | 15 | 12 | 70 | 140 | 210 | 210 | 700 | mg/kg |
| Cadmium | n.n. | n.n. | n.n. | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| Chrom ges. | 24 | 27 | 22 | 60 | 120 | 180 | 180 | 600 | mg/kg |
| Kupfer | 10 | 10 | 9 | 40 | 80 | 120 | 120 | 400 | mg/kg |
| Nickel | 17 | 19 | 16 | 50 | 100 | 150 | 150 | 500 | mg/kg |
| Quecksilber | n.n. | n.n. | n.n. | 0,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 5 | mg/kg |
| Thallium | n.n. | n.n. | n.n. | 0,7 | 0,7 | 2,1 | 2,1 | 7 | mg/kg |
| Zink | 38 | 37 | 36 | 150 | 300 | 450 | 450 | 1500 | mg/kg |
| KW C ₁₀ -C ₄₀ | n.n. | n.n. | n.n. | 100 | 400 | 600 | 600 | 2000 | mg/kg |
| KW C ₁₀ -C ₂₂ | n.n. | n.n. | n.n. | - | 200 | 300 | 300 | 1000 | mg/kg |
| EOX | n.n. | n.n. | n.n. | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| TOC | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,5-1 | 0,5-1 | 1,5 | 1,5 | 5 | Ma. % |
| Σ PAK (EPA) | n.b. | n.b. | n.b. | 3 | 3 | 3-9 | 3-9 | 30 | mg/kg |
| BaP | n.n. | n.n. | n.n. | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 3 | mg/kg |
| Σ BTEX | n.b. | n.b. | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | mg/kg |
| Σ LHKW | n.b. | n.b. | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | mg/kg |
| Σ PCB (6) | n.b. | n.b. | n.b. | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,5 | mg/kg |
| Eluat-Analyse | | | | | | | | | |
| pH-Wert | 8,4 | 8,3 | 8,2 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | - |
| Leitfähigkeit | 22 | 28 | 28 | 250 | 250 | 250 | 1000 | 2000 | μS/cm |
| Chlorid | n.n. | 1,8 | 1,7 | 30 | 30 | 30 | 50 | 100 | mg/l |
| Sulfat | n.n. | n.n. | 1,7 | 20 | 20 | 20 | 50 | 200 | mg/l |
| Cyanid ges. | n.n. | n.n. | n.n. | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 | μg/l |
| Phenol-Index | n.n. | n.n. | n.n. | 20 | 20 | 20 | 40 | 100 | μg/l |
| Arsen | 1 | n.n. | 1 | 14 | 14 | 14 | 20 | 60 | μg/l |
| Blei | 5 | 2 | 3 | 40 | 40 | 40 | 80 | 200 | μg/l |
| Cadmium | n.n. | n.n. | n.n. | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3 | 6 | μg/l |
| Chrom ges. | 2 | n.n. | n.n. | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 25 | 60 | μg/l |
| Kupfer | 5 | n.n. | n.n. | 20 | 20 | 20 | 60 | 100 | μg/l |
| Nickel | 1 | n.n. | n.n. | 15 | 15 | 15 | 20 | 70 | μg/l |
| Quecksilber | n.n. | n.n. | n.n. | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1 | 2 | μg/l |
| Zink | n.n. | n.n. | n.n. | 150 | 150 | 150 | 200 | 600 | μg/l |

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht bestimmbar

Tabelle 2.2: Analyseergebnisse der Proben MP 4.2 bis MP 6.2 (mittl. und südl. Untersuchungsbereich)

| Parameter | MP 4.2 | MP 5.2 | MP 6.2 | LAGA-Boden 2004 | | | | | Einheit |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|-----------------|---------|---------|-------|--------|---------|
| | | | | Z 0 | Z 0* | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| Feststoff-Analyse | | | | | | | | | |
| Cyanid ges. | n.n. | n.n. | n.n. | - | - | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| Arsen | 9,6 | 9 | 6,9 | 15 | 15 | 45 | 45 | 150 | mg/kg |
| Blei | 16 | 12 | 20 | 70 | 140 | 210 | 210 | 700 | mg/kg |
| Cadmium | n.n. | n.n. | 0,2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| Chrom ges. | 24 | 26 | 23 | 60 | 120 | 180 | 180 | 600 | mg/kg |
| Kupfer | 12 | 13 | 12 | 40 | 80 | 120 | 120 | 400 | mg/kg |
| Nickel | 20 | 20 | 16 | 50 | 100 | 150 | 150 | 500 | mg/kg |
| Quecksilber | n.n. | n.n. | n.n. | 0,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 5 | mg/kg |
| Thallium | n.n. | n.n. | n.n. | 0,7 | 0,7 | 2,1 | 2,1 | 7 | mg/kg |
| Zink | 42 | 44 | 63 | 150 | 300 | 450 | 450 | 1500 | mg/kg |
| KW C ₁₀ -C ₄₀ | n.n. | n.n. | n.n. | 100 | 400 | 600 | 600 | 2000 | mg/kg |
| KW C ₁₀ -C ₂₂ | n.n. | n.n. | n.n. | - | 200 | 300 | 300 | 1000 | mg/kg |
| EOX | n.n. | n.n. | n.n. | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| TOC | 0,3 | 0,2 | 0,8 | 0,5-1 | 0,5-1 | 1,5 | 1,5 | 5 | Ma. % |
| Σ PAK (EPA) | n.b. | n.b. | n.b. | 3 | 3 | 3-9 | 3-9 | 30 | mg/kg |
| BaP | n.n. | n.n. | n.n. | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 3 | mg/kg |
| Σ BTEX | n.b. | n.b. | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | mg/kg |
| Σ LHKW | n.b. | n.b. | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | mg/kg |
| Σ PCB (6) | n.b. | n.b. | n.b. | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,5 | mg/kg |
| Eluat-Analyse | | | | | | | | | |
| pH-Wert | 8,6 | 7,5 | 8,6 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | - |
| Leitfähigkeit | 31 | 32 | 46 | 250 | 250 | 250 | 1000 | 2000 | μS/cm |
| Chlorid | 1,5 | 1,3 | n.n. | 30 | 30 | 30 | 50 | 100 | mg/l |
| Sulfat | 3,6 | n.n. | 3,2 | 20 | 20 | 20 | 50 | 200 | mg/l |
| Cyanid ges. | n.n. | n.n. | n.n. | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 | μg/l |
| Phenol-Index | n.n. | n.n. | n.n. | 20 | 20 | 20 | 40 | 100 | μg/l |
| Arsen | n.n. | n.n. | 3 | 14 | 14 | 14 | 20 | 60 | μg/l |
| Blei | n.n. | n.n. | 13 | 40 | 40 | 40 | 80 | 200 | μg/l |
| Cadmium | n.n. | n.n. | n.n. | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3 | 6 | μg/l |
| Chrom ges. | n.n. | n.n. | 3 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 25 | 60 | μg/l |
| Kupfer | n.n. | n.n. | 8 | 20 | 20 | 20 | 60 | 100 | μg/l |
| Nickel | n.n. | n.n. | 3 | 15 | 15 | 15 | 20 | 70 | μg/l |
| Quecksilber | n.n. | n.n. | n.n. | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1 | 2 | μg/l |
| Zink | n.n. | n.n. | 10 | 150 | 150 | 150 | 200 | 600 | μg/l |

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht bestimmbar

Tabelle 2.3: Untersuchungsergebnis der Auffüllungen im südöstl. Grundstücksabschnitt (MP 7)

| Parameter | MP 7 | LAGA-Boden 2004 | | | | | Einheit |
|-------------------------------------|-----------|-----------------|---------|---------|-------|--------|---------|
| | | Z 0 | Z 0* | Z 1.1 | Z 1.2 | Z 2 | |
| Feststoff-Analyse | | | | | | | |
| Cyanid ges. | n.n. | - | - | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| Arsen | 6,8 | 15 | 15 | 45 | 45 | 150 | mg/kg |
| Blei | 20 | 70 | 140 | 210 | 210 | 700 | mg/kg |
| Cadmium | 0,2 | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| Chrom ges. | 20 | 60 | 120 | 180 | 180 | 600 | mg/kg |
| Kupfer | 9 | 40 | 80 | 120 | 120 | 400 | mg/kg |
| Nickel | 13 | 50 | 100 | 150 | 150 | 500 | mg/kg |
| Quecksilber | n.n. | 0,5 | 1 | 1,5 | 1,5 | 5 | mg/kg |
| Thallium | n.n. | 0,7 | 0,7 | 2,1 | 2,1 | 7 | mg/kg |
| Zink | 46 | 150 | 300 | 450 | 450 | 1500 | mg/kg |
| KW C ₁₀ -C ₄₀ | 250 | 100 | 400 | 600 | 600 | 2000 | mg/kg |
| KW C ₁₀ -C ₂₂ | n.n. | - | 200 | 300 | 300 | 1000 | mg/kg |
| EOX | n.n. | 1 | 1 | 3 | 3 | 10 | mg/kg |
| TOC | 1,0 | 0,5-1 | 0,5-1 | 1,5 | 1,5 | 5 | Ma. % |
| Σ PAK (EPA) | 1,04 | 3 | 3 | 3-9 | 3-9 | 30 | mg/kg |
| BaP | 0,09 | 0,3 | 0,6 | 0,9 | 0,9 | 3 | mg/kg |
| Σ BTEX | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | mg/kg |
| Σ LHKW | n.b. | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | mg/kg |
| Σ PCB (6) | n.b. | 0,05 | 0,1 | 0,15 | 0,15 | 0,5 | mg/kg |
| Eluat-Analyse | | | | | | | |
| pH-Wert | 7,8 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6,5-9,5 | 6-12 | 5,5-12 | - |
| Leitfähigkeit | 228 | 250 | 250 | 250 | 1000 | 2000 | µS/cm |
| Chlorid | n.n. | 30 | 30 | 30 | 50 | 100 | mg/l |
| Sulfat | 29 | 20 | 20 | 20 | 50 | 200 | mg/l |
| Cyanid ges. | n.n. | 5 | 5 | 5 | 10 | 20 | µg/l |
| Phenol-Index | n.n. | 20 | 20 | 20 | 40 | 100 | µg/l |
| Arsen | 4 | 14 | 14 | 14 | 20 | 60 | µg/l |
| Blei | n.n. | 40 | 40 | 40 | 80 | 200 | µg/l |
| Cadmium | n.n. | 1,5 | 1,5 | 1,5 | 3 | 6 | µg/l |
| Chrom ges. | n.n. | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 25 | 60 | µg/l |
| Kupfer | n.n. | 20 | 20 | 20 | 60 | 100 | µg/l |
| Nickel | 2 | 15 | 15 | 15 | 20 | 70 | µg/l |
| Quecksilber | n.n. | <0,5 | <0,5 | <0,5 | 1 | 2 | µg/l |
| Zink | n.n. | 150 | 150 | 150 | 200 | 600 | µg/l |

n.n. nicht nachweisbar

n.b. nicht bestimmbar

Wert: Überschreitung Z 0**Wert:** Überschreitung Z 1.1

6. Bewertung der Ergebnisse

6.1 Oberboden

Bei den Analysen des Oberbodens wurden generell die Vorsorgewerte Böden für die Bodenart Lehm / Schluff bzw. Böden mit einem Humusgehalt < 8 Ma.-% eingehalten.

Eine Schadstoffanreicherung im Oberboden durch die landwirtschaftliche Vornutzung konnte damit nicht nachgewiesen werden.

6.2 Bindige Deckschichten und schluffige Fein- bis Mittelsande

Die unterhalb des humosen Oberbodens anstehenden bindigen Deckschichten und teilweise der obere Abschnitt der schluffigen Fein- bis Mittelsande wurden abfallrechtlich entsprechend den Technischen Regeln LAGA, Parameterkatalog Boden 2004 untersucht.

Bei den Proben des gewachsenen bindigen Bodens (MP 1.2 bis MP 6.2) konnten keinerlei Überschreitungen der Zuordnungswerte Z 0 der TR LAGA-Boden 2004 festgestellt werden. Das Material wird damit in die Zuordnungsgruppe Z 0 eingestuft und kann einer uneingeschränkten Wiederverwertung zugeführt werden. Hierzu zählt auch die bodenähnliche Anwendung gemäß § 9 der BBodSchV, d.h. das Auf- und Einbringen des Materials in eine durchwurzelbare Bodenschicht.

Im Falle einer Entsorgung des Bodens können größenordnungsmäßig Entsorgungskosten von 7,00-8,00 EUR/t angesetzt werden. Diese verstehen sich als Nettokosten, ohne Lösen und Laden, jedoch inklusive Transport und Entsorgung. Zur groben Abschätzung der Kosten kann ein Raumgewicht von 1,8 t/m³ angesetzt werden.

Die Auffüllungen im südlichen und südöstlichen Grundstücksabschnitt (MP 7) besitzen aufgrund der mineralischen Fremdbeimengungen (Ziegelbruch, Mörtelreste) einen erhöhten Sulfatgehalt im Eluat. Das Material ist in die Zuordnungsgruppe Z 1.2 gemäß TR LAGA-Boden 2004 einzustufen.

Derartige Materialien können im eingeschränkt offenen Einbau im Rahmen technischer Bauwerke wiederverwertet werden. Hierzu wird eine wasserrechtliche Erlaubnis der am Einbauort zuständigen Unteren Wasserbehörde erforderlich.

Die Entsorgungskosten für Auffüllungsmaterialien der Zuordnungsklasse Z 1.2 können größenordnungsmäßig zu 15,00-18,00 EUR/t abgeschätzt werden.

7. Allgemeine Angaben zu Gründung und Tragfähigkeit

7.1 Gebäudegründungen

Die zunächst unterhalb des humosen Oberbodens anstehenden bindigen Deckschichten aus sandigem, teils stark sandigem Schluff sowie teils stark schluffigem Sand sind in sehr wechselhaften Steifigkeiten angetroffen worden. Häufig sind die bindigen Schichten weich bis steif, teils aber auch weich und teils steif und vereinzelt auch steif bis halbfest ausgebildet. In den eher als schluffiger bis stark schluffiger Sand anzusprechenden bindigen Deckschichten liegt eine ca. locker bis mitteldichte Lagerung vor. Zumeist weisen die bindigen Deckschichten humose Spuren und im obersten Abschnitt teils eine sehr schwach humose Ausbildung auf.

Für Gründungsplanungen sind diese bindigen Deckschichten sehr unwägbar, bei weich bis steifer und weicher Konsistenz weisen sie eine nur geringe bis sehr geringe Tragfähigkeit auf.

Da diese bindigen Deckschichten – bis auf die Rammkernbohrungen RKB 51 bis RKB 54 – bereits ab Tiefen von ca. 0,9 m / 1,4 m, vereinzelt auch 1,6 m, unter Gelände von nur teils schluffig ausgebildeten feinkörnigen Sanden und kiesigen Sanden mit deutlich höherer Tragfähigkeit unterlagert werden, ist zu empfehlen, für Gebäudegründungen eine möglichst einheitliche Gründung in diesen Sanden zu planen. Bei den sich somit ergebenden Einbindetiefen von $\geq 1,0$ m (inklusive geringer Einbindung in die Sande) werden die zulässigen Bodenpressungen für Streifeneinzelfundamente im Bereich von ca. 300 kN/m² bzw. die Bemessungswerte der Sohlspannung im Bereich von ca. 420 kN/m² liegen.

Für die genauere Gründungskonzeption wird eine tiefere und engere Erkundung an den letztendlich geplanten Gebäudestandorten erforderlich.

In den Bohrungen RKB 51 bis RKB 54 wurde – abweichend von den übrigen Bohrungen – unterhalb der oberflächennahen Schluffschichten und der in diesen Bohrungen teilweise angetroffenen Auffüllungen mit mineralischen Fremd Beimengungen, weitere Schluffschichten bis ca. 1,8 m bzw. bis zur Bohrendtiefe von 2,0 m unter Gelände angetroffen. Hierbei handelt es sich um einen tonigen bis stark tonigen Schluff mit Feinsandlagen, der voraussichtlich einer Interglazial Einlagerung zuzurechnen ist. Zur Tiefe hin werden sich hier wiederum kiesig-sandige Terrassenablagerungen anschließen.

Die teilweise in diesen Bohrungen auch angetroffenen bindigen Auffüllungen mit mineralischen Fremd Beimengungen sind für eine Gründung nicht geeignet. Desweiteren sind – wie auch die in den anderen Bereichen – die oberflächennahen weich bis steif und weich ausgebildete Schluffschichten für eine Gründung von Gebäudeteilen als nicht geeignet anzusehen. Die sich hier zur Tiefe hin anschließenden Schluff- und tonigen Schlufflagen weisen vorwiegend eine steife und steif bis halbfeste Konsistenz auf, sodaß im Bereich dieser Bohrungen ggf. auch eine Gründung in diesen tonigen Schluffschichten in Frage kommt. Die hierbei anzusetzenden Bodenpressungen sind dann jedoch von der Stärke dieser Einlagerungen und den darunter folgenden Terrassenablagerungen, d.h. von einer genaueren Erkundung abhängig zu machen.

Für unterkellerte Gebäude ist voraussichtlich von einer Gründung in Sanden und kiesigen Sanden auszugehen mit Bettungsmoduli im Bereich von etwa $k_s = 20-50 \text{ MN/m}^3$. Aufgrund der hier ermittelten Grundwasserstände ist für unterkellerte Gebäude von einer wasserundurchlässigen Wannenkonstruktion auszugehen.

7.2 Straßen und Parkplätze

Die Unterkante des frostsicheren Aufbaus von Straßen und Parkplätzen wird vorwiegend in den weich bis steifen, steifen und teils weichen Schluffschichten liegen. Teilweise wird in dieser Tiefe ein schluffiger bis stark schluffiger Sand anstehen.

Da im Schluff erfahrungsgemäß der auf dem Planum erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ nicht erreicht werden kann, sind – in Abhängigkeit von der Konsistenz des Schluffs zum Zeitpunkt des Aushubs – unterhalb des frostsicheren Straßenaufbaus zusätzliche Bodenaustauschmaßnahmen aus Kies-Sand oder Kalksteinschotter in Stärken von ca. 0,20 m / 0,30 m einzuplanen. Bei tiefgründiger weicher Konsistenz des Schluffs können sich auch größere Bodenaustauschstärken ergeben. In Bereichen, in denen die

Unterkante des frostsicheren Aufbaus in schluffigen bis stark schluffigen Sanden liegt, kann der erforderliche Verformungsmodul von $E_{v2} = 45 \text{ MN/m}^2$ ggf. bereits erreicht werden oder es wird nur eine geringere Bodenaustauschstärke von ca. 0,10 m bis 0,20 m erforderlich.

7.3 Regenwasserversickerung

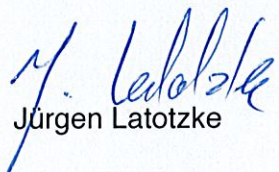
Die technische Versickerung des auf den Dachflächen anfallenden Regenwassers setzt nach DWA-A 138 einen Wasserdurchlässigkeitsbeiwert $k_f > 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ voraus.

Die oberflächennahen bindigen Deckschichten aus sandigem Schluff und schluffigem bis stark schluffigem Sand liegen hinsichtlich ihrer Durchlässigkeit in einem Bereich deutlich unterhalb von $k_f = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$.

Bis auf die Bereiche der tonig-schluffigen Einlagerungen (RKB 51-RKB 54), deren Durchlässigkeiten im Bereich $k_f < 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$ liegen, sind die ab ca. 0,90 m / 1,40 m, teils auch 1,60 m unter Gelände anstehenden, teils schluffigen Sande mit Durchlässigkeitsbeiwerten im Bereich von $k_f = 5 \times 10^{-5}$ bis $1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$ für eine Versickerung prinzipiell geeignet. Allerdings wird die Einhaltung des üblicherweise geforderten Sicherheitsabstandes einer Versickerungsanlage zum mittleren Grundwasserhöchststand von 1,00 m hier voraussichtlich nicht realisierbar sein, es sei denn, daß im Bereich der geplanten Versickerung eine deutliche Geländeanhebung möglich ist. Bei Vorliegen einer genaueren Planung kann hier eine konkretere Betrachtung erfolgen.

Treten zu den Angaben weitere Fragen auf bzw. werden durch Planungsänderungen Aussagen dieses Gutachtens betroffen, so bitten wir um Benachrichtigung, um ergänzend Stellung nehmen zu können.

Rüdiger Kroll
(z.Zt. außer Haus)


Jürgen Latotzke